

مقاله اصلی

تأثیر همزمان چای سبز و تمرین ایروبیک موزون با شدت متوسط بر برخی شاخص‌های متابولیکی و ترکیب بدنی در زنان چاق

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۲/۰۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۰

خلاصه

مقدمه: انجام انواع تمرین‌های ورزشی به همراه مصرف مکمل‌های گیاهی، به‌عنوان شیوه‌ای مهم در کنترل و پیشگیری از چاقی توصیه شده است. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر ۸ هفته تمرین ایروبیک موزون با شدت متوسط به همراه مصرف مکمل چای سبز بر برخی شاخص‌های متابولیکی و ترکیب بدنی زنان چاق بود.

روش کار: در این مطالعه نیمه تجربی، ۳۰ زن چاق غیرفعال، به‌طور هدفمند بر اساس شاخص توده بدن (BMI) انتخاب شدند. سپس به‌طور تصادفی در سه گروه ۱۰ نفری شامل گروه تمرین ایروبیک موزون به همراه مصرف مکمل چای سبز (BMI معادل $35/69 \pm 2/28$ کیلوگرم/مترمربع)، تمرین ایروبیک موزون (BMI معادل $36/18 \pm 2/25$ کیلوگرم/مترمربع) و کنترل (BMI معادل $34/65 \pm 3/02$ کیلوگرم/مترمربع) تقسیم شدند. پروتکل تمرین ایروبیک موزون به صورت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته برای هر دو گروه تجربی اجرا شد و گروه مکمل روزانه، کپسول حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم چای سبز دریافت کردند. متغیرهای متابولیکی و ترکیب بدنی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون اندازه‌گیری شدند. نتایج با استفاده از آزمون‌های t همبسته، تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری $p < 0/05$ استخراج گردید.

نتایج: اجرای ۸ هفته تمرین ایروبیک موزون با و بدون مصرف مکمل چای سبز، باعث کاهش معنی‌دار ($p < 0/05$) در وزن و BMI (هر دو به ترتیب ۳٪ و ۲٪)، دور کمر (به ترتیب ۴٪ و ۱٪)، سطوح سرمی گلوکز (به ترتیب ۷٪ و ۵٪)، تری‌گلیسرید (به ترتیب ۱۱٪ و ۴٪) و مالون‌دی‌آلدئید (به ترتیب ۲۵٪ و ۹٪) شد.

نتیجه‌گیری: هر چند تمرین ایروبیک موزون موجب بهبود شاخص‌های سطوح سرمی تری‌گلیسرید، گلوکز، MDA و ترکیب بدنی زنان چاق شد؛ تمرین ایروبیک موزون به همراه مصرف مکمل چای سبز، تأثیر کاهشی بیشتری بر دور کمر، سطوح سرمی تری‌گلیسرید و MDA داشت.

کلمات کلیدی: تمرین ایروبیک موزون، مکمل چای سبز، شاخص‌های متابولیک، ترکیب بدن، چاقی

مهناز مروی اصفهانی

سیما عالیزاده^{۱*}

^۱مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

Email: simaalizadeh52@gmail.com

مقدمه

چاقی یک بیماری جهانی، پیچیده، چند عاملی و به طور کلی قابل پیشگیری است. با پیشرفت فناوری و تغییر شیوه زندگی به سمت کاهش فعالیت بدنی و الگوهای غذایی نامناسب، چاقی و بیماری های مرتبط با آن شامل دیابت، فشار خون بالا، اختلال در تری گلیسیرید، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) و لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) گسترش پیدا کرده و در تمامی سنین و بین هر دو جنس مشاهده می شود (۱). شیوع جهانی چاقی در ۴۰ سال گذشته بدون در نظر گرفتن جنس، سن، قومیت و وضعیت اقتصادی - اجتماعی دو برابر شده است. امروزه بیش از یک سوم جمعیت جهان در گروه چاقی یا اضافه وزن طبقه بندی می شوند. در صورت ادامه این روند، محققان تخمین می زند که تا سال ۲۰۳۰، این تعداد از ۵۰ درصد فراتر رود (۲).

چاقی عمومی، بویژه چاقی ناحیه شکمی با افزایش استرس اکسیداتیو^۳ و کاهش توانایی آنتی اکسیدانی بدن همراه است و میزان استرس اکسیداتیو میوکاردیال^۴ و پراکسیداسیون لیپیدی را بالا می برد (۳). افزایش استرس اکسیداتیو عامل مهمی در بروز بیماری های متابولیکی مرتبط با چاقی بشمار می رود و نقش اساسی در پاتوفیزیولوژی بیماری های مختلف از جمله دیابت، سندرم متابولیک، بیماری های قلبی - عروقی (تصلب شرایین^۵؛ فشار خون بالا، ... سرطان و بیماری های کبدی دارد (۴). فرآیند بسیاری از بیماری های مرتبط با چاقی به واسطه رادیکال های آزاد و در نتیجه، اکسیداسیون لیپیدها آغاز می شود. وضعیت اکسیداسیون مطلوب، تعادل بین سیستم دفاع آنتی اکسیدانی و گونه های اکسیژن واکنشی^۶ (عامل نهایی واکنش های اکسیداسیون) است، اما عدم تعادل بین این دو باعث ایجاد استرس اکسیداتیو یا وضعیت نامطلوب اکسیداتیو شده، آسیب بسیاری از ماکرومولکول ها مانند چربی ها، پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک سلول را باعث گردیده و عملکرد طبیعی سلول های ایمنی بدن را مختل می کند (۵).

یکی از محصولات فرعی ناشی از رادیکال های آزاد، اندازه-گیری سطح مالون دی آلدئید^۷ است که به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی یا شاخص استرس اکسیداتیو در بدن شناخته می شود (۶). در وضعیت های اختلال متابولیکی، استرس اکسیداتیو، جذب گلوکز در عضله اسکلتی و چربی را مختل ساخته و ترشح انسولین را کاهش می دهد (۷). افزایش استرس اکسیداتیو نقش مهمی در پاتوفیزیولوژی فشار خون بالا و تصلب شرایین دارد، به گونه ای که به طور مستقیم بر سلول های دیواره عروق اثر می گذارد (۸). به طور کلی رابطه مستقیمی بین سطح سرمی مالون دی آلدئید و شاخص توده بدن وجود دارد. افزایش سطح سرمی مالون دی آلدئید در افراد دارای اضافه وزن مشهود نیست، ولی در افراد با چاقی عمومی و بویژه با چاقی شکمی مشهودتر است. همچنین رابطه معنی داری بین سطح سرمی مالون-دی آلدئید، با میزان گلوکز ناشتای خون وجود دارد، به طوری که افراد مبتلا به چاقی و چاقی شکم بیشتر در معرض ابتلا به هایپرانسولینمی^۸ (افزایش انسولین خون)، مقاومت به انسولین و دیابت هستند (۹).

در مقابل اثرات مخرب چاقی، فعالیت ورزشی نیز اثرات مفیدی بر ایجاد استرس اکسیداتیو دارد. نقش فعالیت ورزشی در فرآیند تولید و تعدیل رادیکال های آزاد دقیقاً مشخص نیست؛ اما شواهد نشان می دهد که افزایش مصرف اکسیژن ممکن است فعالیت رادیکال های آزاد را افزایش دهد. نوع، مدت و شدت فعالیت های ورزشی در کنار سطح آمادگی افراد بر نشانگرهای زیستی فعالیت رادیکال های آزاد تأثیر می - گذارند. به نظر می رسد اجرای فعالیت ورزشی با شدت متوسط توسط افراد ورزیده بهتر تحمل می شود (۱۰). در نتیجه، اعتقاد بر آن است که فعالیت های ورزشی منظم موجب تعدیل وضعیت استرس اکسیداتیو و بهبود وضعیت پاتولوژیک مرتبط با چاقی می شود. بر اساس شواهد، فعالیت بدنی منظم و با شدت متوسط، سیستم دفاعی بدن را تقویت نموده و از بدن در برابر

5. Atherosclerosis

6. Reactive oxygen species (ROS)

7. Malondialdehyde

8. Hyperinsulinemia

1. Low density lipoprotein

2. High density lipoprotein

3. Oxidative stress

4. Myocardial

قلب) تغییر معنی داری در وزن بدن و ترکیب بدن زنان یائسه چاق یا دارای اضافه وزن ایجاد نمی کند ولی گلوکز پلازما را کاهش داد (۲۰). گزارش شده است که مصرف مکمل چای سبز (روزانه ۳۳ میلی گرم) همراه با تمرین هوازی (هر هفته ۳ جلسه ۹۰ دقیقه - ای، به مدت ۸ هفته با ۸۰٪ ضربان قلب) در زنان دارای اضافه وزن و چاق، باعث کاهش معنی دار وزن، شاخص توده بدن، درصد چربی، تری گلیسیرید، LDL و فشار خون می شود؛ ولی اثری بر سطوح سرمی گلوکز خون، HDL و کلسترول تام ندارد (۲۱). همچنین سبزواری راد و همکاران (۲۲) نشان دادند که ترکیب تمرین هوازی با شدت ۸۰-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه به همراه ۲ گرم دم کرده چای سبز علاوه بر کاهش وزن، شاخص توده بدن، محیط دور کمر و چربی زیر جلدی، باعث افزایش معنادار در حداکثر اکسیژن مصرفی دانشجویان افسری چاق و دارای اضافه وزن می شود.

تأثیر چای سبز و فعالیت ورزشی بر وضعیت استرس اکسیداتیو و ظرفیت آنتی اکسیدانی گروه های مختلف نیز بررسی شده است. محققین نشان داده اند مصرف ۴ هفته عصاره چای سبز به همراه تمرین قدرتی با شدت ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه در ۳۵ مرد سالم باعث افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی تام و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی شده است (۲۳). در حالی که نتایج فوق از نقش ضد اکسایشی چای سبز در توسعه ظرفیت آنتی اکسیدانی و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی حمایت می کنند؛ در مقابل، موریللاس^۴ و همکاران (۲۴) نشان داده اند که دو دوره تمرین هوازی زیر بیشینه یکسان (۹۰ دقیقه دوچرخه کارسنج با ۷۰٪ حداکثر VO₂) به همراه مصرف چای سبز با مکمل پلی فنولی (۲/۳ گرم در روز) در مردان ورزشکار دوچرخه سوار، موجب افزایش معنی داری در پراکسیداسیون لیپیدی (مالون دی آلدئید)، بدون تغییر معنی دار در ظرفیت آنتی اکسیدانی کل می شود. شهیدی و همکاران (۲۵) نشان دادند ۳۰ دقیقه طناب زنی به صورت تناوبی و مصرف روزانه ۳ کپسول ۵۰۰ میلی گرمی چای سبز در دختران جوان غیر فعال، باعث کاهش معنی داری در میزان

رادیکال های آزاد محافظت می کند؛ تغییراتی که به آهستگی اتفاق می افتد و بدن را نسبت به شرایط مختلف سازگار می کند (۱۱).

علاوه بر انقباض های عضلانی و فعالیت های ورزشی، استفاده از برخی گیاهان دارویی هم می تواند ضمن ایجاد سازگاری بهینه، در پیشگیری و کنترل چاقی نقش بسزایی داشته باشد (۱۲). گیاهان دارویی با خاصیت آنتی اکسیدانی به همراه یک فعالیت بدنی منظم با شدت متوسط به ویژه برای افراد دارای اضافه وزن و چاق توصیه شده است (۱۳). یکی از مهمترین گیاهان دارویی با خاصیت آنتی اکسیدانی بالا، چای سبز است (۱۴). چای فراورده ای است که از برگ و جوانه گیاه کاملیا سیننسیس بدست می آید. در فرآیند تولید چای سبز، اکسیداسیون اندکی صورت می گیرد. چای سبز به دلیل داشتن مواد پلی فنولی مانند اپی گالوکاتچین گالات^۲ و سایر کاتچین ها، دارای خواص دارویی و آنتی اکسیدانی بالایی است که نسبت به آنتی اکسیدان های معروفی چون ویتامین های C، E و D بسیار قوی تر عمل می کند (۱۵، ۱۶). استفاده از چای سبز علاوه بر خنثی نمودن استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش، می تواند استراتژی مناسبی در جهت مقابله با استرس اکسیداتیو ناشی از چاقی هم باشد (۱۷). مصرف روزانه ۲ فنجان چای سبز در طول ۴۲ روز، سبب افزایش معنی دار ظرفیت آنتی اکسیدان تام^۳ در مقایسه با گروه کنترل شده است (۱۸). تحقیقات متعددی بر روی اثرات استفاده از مکمل چای سبز به همراه تمرینات هوازی یا مقاومتی بر ترکیب بدن و نیمرخ لیپیدی افراد دارای اضافه وزن و چاق انجام گرفته و بعضاً نتایج ناهمسویی گزارش شده است. در همین رابطه، محققین نشان داده اند که مصرف مکمل چای سبز به همراه تمرینات قدرتی زیر بیشینه (۷۰٪ یک تکرار بیشینه) در زنان دارای اضافه وزن و چاق، باعث کاهش معنی دار درصد چربی بدن، دور کمر و ذخائر تری گلیسیرید می شود (۱۹).

در مقابل، نشان داده شده که مصرف روزانه ۳۰۰ میلی گرم اپی گالوکاتچین گالات، پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط (سه بار در هفته به مدت ۴۵ دقیقه با ۷۵٪ حداکثر ضربان

3. Total antioxidant capacity (TAC)

4. Morillas

1. Camellia sinensis

2. Epigallocatechin gallate (EGCG)

شهر گناوه بودند، پس از فراخوانی اولیه، ۳۰ نفر زن سالم چاق با دامنه سنی ۲۷ تا ۳۷ سال بر اساس معیارهای ورود به مطالعه به صورت هدفمند انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل جنس مونث، شاخص توده بدنی بین ۳۲ تا ۳۷ کیلوگرم بر متر مربع، سلامت جسمانی برای انجام تمرینات ورزشی، عدم سابقه مصرف قرص های لاغری، نداشتن فعالیت ورزشی منظم در یک سال قبل از مطالعه، دارای سیکل قاعدگی ماهیانه طبیعی، فاقد رژیم غذایی خاص، عدم مصرف داروهای مرتبط با فشار خون و قند خون و عدم ابتلا به بیماری های خاص بودند. این معیارها توسط یک پزشک عمومی و یک پرسشنامه سلامتی محقق ساخته، ارزیابی و تأیید شد. معیارهای خروج از مطالعه هم شامل غیبت بیش از دو جلسه در جلسات تمرین ایروبیک موزون، داشتن فعالیت بدنی غیر از مداخله در نظر گرفته شده مطالعه حاضر (مانند شرکت در فعالیت هایی از قبیل بدنسازی، فیتنس، یوگا، ...) و بروز هرگونه عارضه جانبی در طی مدت مداخله بود. تعیین حجم نمونه بر اساس مطالعات هم راستا (۲۶) و بر طبق معادله برآورد حجم نمونه در مورد متغیرهای کمی (۲۷) صورت گرفت. مطابق این روش، جامعه آماری (N) برابر با ۲۰۶ نفر، انحراف معیار (s) براساس شاخص استرس اکسیداتیو برابر ۰/۱۵ (۸)، فاصله اطمینان برابر ۰/۹۵ و خطای احتمالی (d) ۰/۰۵، اندازه متغیر در توزیع طبیعی (t) برابر ۱/۹۶ برآورد شد و پس از محاسبه، حجم نمونه ۲۹ نفر (n=۲۹) بدست آمد.

$$n = \frac{Nt^2S^2}{Nd^2 + t^2S^2}$$

طرح مطالعه حاضر توسط کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد با شناسه IR.IAU.NAJAFABAD.REC.1398.079 مورد تأیید قرار گرفت.

قبل از شروع مداخله ورزشی، گروه های مورد مطالعه در جلسات توجیهی مجزا شرکت نمودند. در این جلسات، کلیه برنامه ها، شیوه انجام تمرینات و مصرف مکمل برای شرکت کنندگان توضیح داده شد. سپس همه افراد پرسشنامه سلامتی

مالون دی آلدنید در سه گروه تمرین و مکمل، تمرین به تنهایی و مکمل به تنهایی می شود؛ در حالی که میزان ظرفیت آنتی اکسیدانی تام فقط در گروه مکمل کاهش معنادار و در دو گروه تمرین تغییری نشان نداد. تفاوت در نوع پروتکل های تمرینی (تمرین قدرتی با ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه، تمرین هوازی زیر بیشینه بر روی دوچرخه کارسنج، طناب زنی به صورت تناوبی) و مصرف دوزهای متفاوت چای سبز (به صورت دم کرده حدود ۳۳ میلی گرم - ۲ گرم، مصرف به صورت ۱ - ۳ کپسول)، مقدار دوزهای پلی فنول یا اپی گالوکاتچین گالات (۲/۳ گرم و ۳۰۰ میلی گرم)، سطح آمادگی فرد (دوچرخه سواران حرفه ای، دختران جوان غیر فعال، افسران و مردان و زنان چاق) و شدت تمرین (قدرتی زیربیشینه، هوازی، سرعتی) شاید به نتایج متناقض منجر شده باشد.

مطالعاتی در زمینه مکمل دهی چای سبز به همراه انواع تمرینات ورزشی بر استرس اکسیداتیو، سطح سرمی گلوکز و نیمرخ لیپیدی در زنان چاق انجام گرفته است ولی انواع مختلفی از تمرینات هوازی مانند تمرینات ایروبیک موزون، پيلاتس^۱، بادی بیوتی بلی ایروبیک^۲، ورزش در آب^۳ و ... هستند که ممکن است هر کدام اثرات متفاوتی داشته باشند. علاوه بر این، اثرات تمرینات هوازی با شدت های مختلف و دوزهای متفاوتی از مصرف چای سبز بررسی شده است که نتایج متناقضی در مطالعات فوق الذکر در رابطه با کاهش و یا افزایش پراکسیداسیون لیپیدی پس از یک دوره ورزش هوازی در نمونه های مختلف گزارش نموده اند. به همین منظور هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر ۸ هفته تمرینات ایروبیک موزون با شدت متوسط به همراه دوز مشخصی از چای سبز بر وزن، شاخص توده بدن، دور کمر، متوسط فشار خون، سطوح سرمی گلوکز، تری گلیسیرید و مالون دی آلدنید در زنان چاق بود.

روش کار

این تحقیق از نوع مطالعات نیمه تجربی است. جامعه آماری این تحقیق، زنان چاق مراجعه کننده به ۴ باشگاه ورزشی در سطح

3. Body beauty belly aerobic

4. Aquatic exercise

1. Rhythmic aerobic exercise

2. Pilates

پایلویت تمرین، با توجه به توانایی اولیه شرکت کنندگان به این نتیجه رسیدند که مدت زمان این مرحله از ۳۰ دقیقه شروع شود. مدت زمان تمرین به منظور افزایش اضافه بار، هر هفته به صورت تدریجی و پیوسته افزایش یافت تا به ۴۰ دقیقه در جلسات آخر رسید. تمرین اصلی با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه اجرا شد. ضربان قلب بیشینه توسط فرمول سن - ۲۲۰ برآورد شد و ضربان قلب هدف با استفاده از دستگاه ضربان سنج پولار دستی و در برخی جلسات از طریق شمارش ضربان در ۱۰ ثانیه کنترل شد.

همچنین، به منظور بالا بردن دقت کار و اطمینان از مصرف دوز تعیین شده مکمل، به جای دم کرده چای سبز از کپسول‌های گیاهی چای سبز استفاده شد. کپسول‌های چای سبز شامل ۵۰۰ میلی‌گرم پودر برگ چای سبز استاندارد شده بر مبنای ۵۰ میلی-گرم پلی‌فنل تام، از شرکت دارویی دینه با کد محصول ۷۲-۱۶۴۳۲ NK تهیه شد. کپسول‌های چای سبز به صورت هفتگی در اختیار شرکت کنندگان گروه تجربی ۱ قرار گرفت و یک عدد کپسول چای سبز (۵۰۰ میلی‌گرمی) روزانه بعد از ناهار با مقداری مایعات مصرف شد (۲۹). شرکت کنندگان در گروه کنترل هیچ تمرین و مکملی نداشتند و تنها پیگیری شدند. پروتکل تمرین ایروبیکی موزون در ۳ مرحله اجرا گردید. در جدول ۲ جزئیات مربوط به پروتکل تمرین ایروبیکی موزون به طور کامل و مشتمل بر فعالیت‌های انجام شده در طول ۸ هفته مداخله، ارائه شده است.

محقق ساخته را تکمیل نمودند و رضایت نامه شرکت در مطالعه را امضا نمودند. در ادامه کار، شرکت کنندگان به صورت تصادفی ساده و مساوی به ۳ گروه، شامل گروه تمرین ایروبیکی موزون و مکمل دهی چای سبز (گروه تجربی ۱)، گروه تمرین ایروبیکی موزون (تجربی ۲) و گروه کنترل تقسیم شدند (جدول ۱).

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی گروه‌های

شرکت کننده			
متغیرها	گروه ایروبیکی موزون + مکمل دهی	گروه ایروبیکی موزون	گروه کنترل
سن (سال)	۳۰/۷۷±۵/۱۶	۳۱/۶۲±۴/۵۶	۳۰/۳۷±۷/۱۱
قد (سانتیمتر)	۱۵۸/۵۵±۳/۷۱	۱۶۰/۳۷±۴/۳۴	۱۶۰/۶۲±۴/۵۶
فشار خون سیستولیک (میلی‌مترجیوه)	۱۲۸/۸۸±۲/۸۰	۱۲۹/۱۲±۲/۲۰	۱۲۸/۱۲±۴/۰۱
فشار خون دیاستولیک (میلی‌مترجیوه)	۸۵/۲۲±۱/۸۵	۸۵/۵۰±۲/۲۰	۸۴/۶۲±۲/۳۲

مقادیر به صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده است. گروه‌های مداخله در یک برنامه ورزشی (تمرینات ایروبیکی موزون) با شدت متوسط شرکت نمودند. پروتکل تمرین شامل ۸ هفته تمرین ایروبیکی موزون با شدت متوسط بود که ۳ جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه (۲۸) رأس ساعت ۱۰ صبح زیر نظر متخصص فیزیولوژی ورزش اجرا شد. بدنه اصلی تمرین شامل حرکات ایروبیکی موزون بود که محققین طی دو جلسه

جدول ۲. جزئیات پروتکل تمرین ایروبیکی موزون در طول ۸ هفته به تفکیک هفته‌های تمرین

۸ هفته تمرین	تعداد و زمان جلسات	تمرینات مرحله اول (گرم کردن عمومی)	تمرینات مرحله دوم (بدنه اصلی تمرین)	تمرینات مرحله سوم (سرد کردن عمومی)
دو هفته اول	۶ جلسه ۱ ساعته	۳ دقیقه: راه رفتن آرام ۱۲ دقیقه: انجام تمرینات کششی و جنبش پذیری مفاصل	۳۰ دقیقه: ایروبیکی موزون با شدت ۶۰ تا ۶۵ درصد ضربان قلب ۴ دقیقه استراحت بین هر زنجیره	۳ دقیقه: راه رفتن با سرعت متوسط ۲ دقیقه: راه رفتن با سرعت آرام ۱۰ دقیقه: انجام تمرینات کششی و حرکات نشسته آرام بخش
دو هفته دوم	۶ جلسه ۱ ساعته	۳ دقیقه: راه رفتن آرام ۲ دقیقه: راه رفتن با سرعت متوسط	۳۰ دقیقه: ایروبیکی موزون با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب	۳ دقیقه: راه رفتن با سرعت متوسط ۳ دقیقه: راه رفتن با سرعت آرام

۱۰ دقیقه: انجام تمرینات کششی و جنبش پذیری مفاصل	۳ دقیقه: استراحت بین هر زنجیره	۹ دقیقه: انجام تمرینات کششی و حرکت نشسته آرام بخش
۳ دقیقه: راه رفتن آرام	۳۵ دقیقه: ایروبیک موزون با شدت	۲ دقیقه: راه رفتن با سرعت متوسط
۲ دقیقه: راه رفتن سریع	۶۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب	۲ دقیقه: راه رفتن با سرعت آرام
۵ دقیقه: انجام تمرینات کششی و جنبش پذیری مفاصل	۳ دقیقه: استراحت بین هر زنجیره	۶ دقیقه: انجام تمرینات کششی و حرکات نشسته آرام بخش
۳ دقیقه: راه رفتن آرام	۴۰ دقیقه: ایروبیک موزون با شدت	۳ دقیقه: راه رفتن با سرعت متوسط
۳ دقیقه: راه رفتن سریع	۷۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب	۲ دقیقه: راه رفتن با سرعت آرام
۴ دقیقه: انجام تمرینات کششی و جنبش پذیری مفاصل	۳ دقیقه: استراحت بین هر زنجیره	۵ دقیقه: انجام تمرینات کششی و حرکات نشسته آرام بخش

دو هفته سوم

دو هفته چهارم

۳) = (فشار خون دیاستول - فشار خون سیستولی) + فشار خون

دیاستولی = متوسط فشار خون

جمع آوری نمونه‌های خونی بعد از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی در دو مرحله پیش آزمون (پیش از شروع تمرینات و مصرف مکمل) و پس از آزمون (بعد از ۸ هفته تمرین ایروبیک موزون و مصرف مکمل) انجام گرفت. شرکت کنندگان ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمایشات از هر گونه فعالیت بدنی سنگین اجتناب نمودند. در مرحله اول شرکت کنندگان در آزمایشگاه مرکزی شهر گناوه حاضر شدند و در ساعت ۸ تا ۱۰ صبح، عمل نمونه‌گیری خون (به میزان ۵ سانتیمتر مکعب)، از ورید بازویی دست راست هر فرد در وضعیت نشسته و در حالت استراحت، توسط کارشناس علوم آزمایشگاهی انجام شد. سپس نمونه‌های خونی با سرعت ۴ هزار دور بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. سرم حاصل در دمای ۲۴- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد تا در زمان لازم (با نمونه‌های خونی در مرحله پس آزمون) برای سنجش متغیرهای مورد نظر استفاده شود. پس از اندازه‌گیری در مرحله پیش آزمون، شرکت کنندگان گروه‌های تجربی به مدت ۸ هفته تحت تأثیر متغیرهای مستقل (تمرین ایروبیک موزون، مصرف مکمل چای سبز) قرار گرفتند. سپس عمل خون‌گیری در ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه مداخله، با حفظ شرایط مرحله اول انجام شد. برای اندازه‌گیری تری‌گلیسرید سرمی از روش کالری‌متریکی

علاوه بر متغیرهای بیوشیمیایی (به عنوان پیامد اصلی) برخی متغیرها (به عنوان پیامدهای فرعی) از قبیل قد، وزن، دور کمر، شاخص توده بدن و فشار خون در ابتدا و انتهای تحقیق مورد سنجش قرار گرفتند. وزن شرکت کنندگان بدون کفش و حداقل لباس با استفاده از ترازوی دیجیتال سکا ساخت کشور آلمان با دقت اندازه‌گیری ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری گردید. قد نیز با استفاده از قد سنج دیواری سکا در وضعیت ایستاده کنار دیوار بدون کفش و در حالی که پاشنه، باسن، کتف و سر در یک راستا قرار داشتند؛ اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن از تقسیم وزن فرد (کیلوگرم) بر توان دوم قد (متر) محاسبه شد. دور کمر با استفاده از متر نواری در ناحیه بالای ناف و گودی کمر، نقطه میانی بین دنده پایین و تاج خاصره اندازه‌گیری شد (۳۰). فشارخون نیز با استفاده از فشارسنج دیجیتال مدل B09 (Zyklusmed)، ساخت کشور آلمان بدین صورت اندازه‌گیری شد که ابتدا فرد بر روی صندلی می‌نشست و به یک سری سوالات در مورد مشخصات و اطلاعات فردی پاسخ می‌داد. پس از گذشت ۵ دقیقه و آرام گرفتن فرد در وضعیت نشسته، کاف فشارسنج به بالای آرنج سمت چپ بسته می‌شد و فشار خون سیستولی^۲ (SBP) و دیاستولی^۳ (DBP) بر حسب میلی‌متر جیوه اندازه‌گیری و ثبت شد. پس از اندازه‌گیری فشار خون سیستولی و دیاستولی، متوسط فشار خون^۴ (MAP) با استفاده از فرمول زیر بدست آمد (۳۱).

4. Mean arterial pressure

5. Centrifuge

1. Seca

2. Systolic blood pressure

3. Diastolic blood pressure

سه گروه از نظر شاخص‌های سن ($p > 0/77$) و قد ($p > 0/82$)؛ تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. در جدول ۱ فشار خون سیستولیک و دیاستولیک در پیش‌آزمون ارائه شده است. فشار خون سیستولیک و دیاستولیک در پس‌آزمون به ترتیب $127/44 \pm 2/87$ و $85/00 \pm 1/73$ در گروه تجربی ۱، $127/50 \pm 3/25$ و $85/25 \pm 2/31$ در گروه تجربی ۲ و $127/50 \pm 4/56$ و $84/50 \pm 2/32$ در گروه کنترل بود که تفاوت معنی داری با قبل از تمرین (جدول ۱) نداشتند ($p > 0/05$). متوسط فشار خون هم (جدول ۳) بین گروه‌ها تفاوت معنی داری نداشت ($p > 0/05$).

مطابق با جدول ۳، نتایج تحلیل کوواریانس در مورد متغیرهای وزن، دور کمر، شاخص توده بدن و سطوح سرمی گلوکز، تری-گلیسرید و مالون‌دی‌آلدئید نشان داد که اثر کووریت در مورد این متغیرها معنی دار است ($p < 0/001$) که نشان می‌دهد تفاوت درون‌گروهی وجود دارد. به همین منظور، آزمون t همبسته به اجرا درآمد. نتایج این آزمون نشان داد که اجرای ۸ هفته تمرین ایروبیکیک موزون با و بدون مصرف مکمل چای سبز، باعث کاهش معنی دار ($p < 0/01$) در متغیرهای وزن (به ترتیب با ۳٪ و ۲٪)، BMI (به ترتیب با ۳٪ و ۲٪)، دور کمر (به ترتیب با ۴٪ و ۱٪)، سطوح سرمی گلوکز (به ترتیب با ۷٪ و ۵٪)، تری گلیسرید (به ترتیب با ۱۱٪ و ۴٪) و MDA (به ترتیب با ۲۵٪ و ۹٪) شد.

آنزیماتیکیک فوتومتریک^۱ و کیت شرکت پارس آزمون ایران با حساسیت یک میلی‌گرم بر دسی‌لیتر و ضریب تغییر ۱/۴ درصد اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری غلظت گلوکز سرمی نیز از روش کالری‌متریکیک آنزیماتیکیک (کیت شرکت پارس آزمون ساخت ایران) با حساسیت ۵ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر و ضریب تغییر ۲/۵ درصد استفاده شد. برای سنجش غلظت مالون‌دی‌آلدئید سرمی از روش الیزا^۲ و کیت Malondialdehyde Assay kit محصول شرکت ZellBio کشور آلمان با حساسیت ۰/۵ نانومول بر میلی‌لیتر و ضریب تغییر درونی ۸ درصد اندازه‌گیری شد.

آزمون شاپیرو-ویلک^۳ برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها، آزمون لون^۴ برای بررسی تجانس واریانس‌ها، آزمون t همبسته برای مقایسه‌های درون‌گروهی، روش تحلیل کوواریانس^۵ برای مقایسه‌های بین‌گروهی و تفاوت زوجی بین گروه‌ها با آزمون تعقیبی بونفرونی^۶ بررسی گردید. کلیه تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد و سطح معنی داری $p < 0/05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک در هر گروه نشان داد که توزیع داده‌ها در همه متغیرهای اندازه‌گیری شده طبیعی است ($p > 0/05$). نتایج حاصل از آزمون لون برای پیش‌فرض برابری واریانس‌ها نیز نشان داد که تفاوت معنی داری بین میانگین سه گروه در پیش‌آزمون وجود ندارد ($p > 0/05$). شرکت کنندگان

جدول ۳. نتایج آزمون‌های تحلیل کوواریانس، t همبسته و بونفرونی در مورد مقایسه متغیرهای وابسته تحقیق در گروه‌های شرکت کننده

متغیرها	آزمون	گروه ایروبیکیک موزون و مکمل	گروه ایروبیکیک موزون	کنترل	نتایج حاصل از روش تحلیل کوواریانس		
					تحلیل	آماره F	p
پیش‌آزمون	وزن	۸۹/۷۸±۷/۵۹	۹۳/۱۳±۷/۹۵	۸۹/۶۸±۱۲/۴۸	اثر کووریت	۱۳۳۱/۹۲	۰/۰۰۱ ^E
t همبسته	% تغییرات	p = ۰/۰۰۱**	۲٪	p = ۰/۹۰	اثر بین گروهی	۱۰/۲۳	۰/۰۰۱ ^F
دور کمر	پیش‌آزمون	۹۴/۴۵±۸/۴۷	۹۵/۲۳±۷/۰۶	۹۴/۳۷±۷/۳۲	اثر کووریت	۱۲۲۰/۶۵	۰/۰۰۰۱ ^E

4. Levene's test

5. Analysis of covariance

6. Bonferroni

1. Photometric enzymatic calorimetry

2. Elisa

3. Shapiro-Wilk

					۹۴/۵۰±۶/۶۱	۹۴/۰۰±۶/۵۶*	۹۰/۶۶±۸/۳۳*‡	پس آزمون	(ساتنی متر)
۰/۷۸	۱/۰۰	۰/۰۰۰۱‡	۳۶/۱۹	اثر بین گروهی	p=۰/۶۸	p=۰/۰۱**	p=۰/۰۰۱**	t همبسته	% تغییرات
						٪۱	٪۴	پیش آزمون	شاخص توده بدن
۰/۹۷	۱/۰۰	۰/۰۰۰۱‡	۶۶۴/۹۸	اثر کوریت	۳۴/۶۵±۳/۰۲	۳۶/۱۸±۲/۲۵	۳۵/۶۹±۲/۲۸	پس آزمون	(کیلوگرم/مترمربع)
					۳۴/۶۸±۲/۵۵	۳۵/۳۹±۲/۳۵*	۳۴/۷۶±۲/۳۶*	t همبسته	% تغییرات
۰/۴۸	۰/۹۶	۰/۰۰۱‡	۹/۵۴	اثر بین گروهی	p=۰/۸۶	p=۰/۰۰۱**	p=۰/۰۰۱**	t همبسته	متوسط فشار خون
					۹۹/۱۲±۲/۸۵	۱۰۰/۰۴±۲/۴۰	۹۹/۷۷±۲/۰۸	پیش آزمون	(میلی متر جیوه)
۰/۸۹	۱/۰۰	۰/۱۴	۱۸۳/۹۱	اثر کوریت	۹۸/۸۳±۲/۸۱	۹۹/۳۳±۲/۵۵	۹۹/۱۴±۲/۰۴	پس آزمون	مالون دی آلدئید
								t همبسته	(نانومول بر میلی لیتر)
۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۶۲	۰/۴۸	اثر بین گروهی	p=۰/۵۳	p=۰/۵۹	p=۰/۸۶	t همبسته	گلوکز
					۵/۸۶±۱/۵۰	۶/۵۶±۱/۶۷	۶/۲۶±۱/۷۵	پیش آزمون	(میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۹۱	۱/۰۰	۰/۰۰۰۱‡	۲۱۴/۳۵	اثر کوریت	۶/۰۷±۱/۴۵	۵/۹۵±۱/۶۱*	۴/۷۲±۱/۴۴*‡	پس آزمون	تری گلیسرید
					p=۰/۲۹	p=۰/۰۰۵**	p=۰/۰۰۱**	t همبسته	(میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۷۴	۱/۰۰	۰/۰۰۰۱‡	۲۹/۱۹	اثر بین گروهی		٪۹	٪۲۵	% تغییرات	تری گلیسرید
					۹۷/۲۵±۱۵/۰۷	۱۰۰/۷۵±۹/۳۱	۹۷/۱۱±۹/۴۹	پیش آزمون	(میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۹۴	۱/۰۰	۰/۰۰۰۱‡	۳۱۳/۴۶	اثر کوریت	۹۸/۱۲±۱۵/۸۷	۹۵/۶۲±۹/۲۲	۹۰/۱۱±۶/۲۱	پس آزمون	تری گلیسرید
					p=۰/۱۱	p=۰/۰۱**	p=۰/۰۰۱**	t همبسته	(میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۶۲	۰/۹۹	۰/۰۰۰۱‡	۱۷/۳۲	اثر بین گروهی		٪۵	٪۷	% تغییرات	تری گلیسرید
					۱۲۱/۸۷±۴۰/۶۰	۱۴۹/۷۵±۴۱/۷۷	۱۳۱/۳۳±۲۶/۰۴	پیش آزمون	(میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۹۸	۱/۰۰	۰/۰۰۰۱‡	۱۶۳۶/۰۹	اثر کوریت	۱۲۴/۳۷±۴۰/۴۳	۱۴۳/۶۲±۴۰/۳۶*	۱۱/۴۴±۲۴/۱۶*‡	پس آزمون	تری گلیسرید
							۷	t همبسته	(میلی گرم بر دسی لیتر)
۰/۷۶	۱/۰۰	۰/۰۰۰۱‡	۳۲/۸۹	اثر بین گروهی	p=۰/۰۳	p=۰/۰۰۸**	p=۰/۰۰۱**	t همبسته	تری گلیسرید

آماره F که مبین اثر بین گروهی (تأثیر متغیر مستقل) است، معنی- دار ($p < 0/05$) شده است. به همین منظور برای تعیین تفاوت های بین گروهی از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد و نتایج نشان داد که گروه کنترل تفاوت معناداری با هر دو گروه تجربی ۱ و ۲ داشت و گروه تجربی ۱ تفاوت معناداری با گروه تجربی ۲ در متغیرهای دور کمر، سطوح سرمی تری گلیسرید و مالون دی آلدئید داشت ($p < 0/05$). بر طبق یافته ها (جدول ۳)، وزن بدن و شاخص توده بدن در گروه ایروبیک موزون و مکمل دهی به میزان ۳٪ و در گروه ایروبیک موزون به میزان ۲٪ کاهش معنی داری پیدا کرد. سطح سرمی گلوکز به ترتیب ۷٪ و ۵٪ در گروه ایروبیک موزون به همراه مکمل و گروه ایروبیک موزون به طور

(*) نشانه تفاوت معنی داری دو گروه تجربی نسبت به گروه کنترل، (‡): نشانه تفاوت معنی داری گروه ایروبیک موزون و مکمل نسبت به گروه ایروبیک موزون (نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی)، (**): نشانه تفاوت معنی داری در پیش آزمون و پس آزمون (آزمون t همبسته)، % تغییرات: نشانه درصد تغییرات معنی- دار شاخص ها از پیش آزمون تا پس آزمون، (E): نشانه تفاوت معنی دار اثر کوریت (تفاوت درون گروهی)، (‡): نشانه تفاوت معنی داری در اثر بین گروهی (تأثیر متغیر مستقل)؛ کلیه موارد در سطح معنی داری $p < 0/05$ بررسی شده است. نتایج حاصل از آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که در مورد همه متغیرهای وابسته، بجز متوسط فشار خون (جدول ۳)،

سیستولی و دیاستولی نیز همراه بوده است (۳۲). نتایج بدست آمده با نتایج پاورس و همکاران (۱۰) و راداک و تیلور (۱۱) که نشان داده‌اند فعالیت‌های ورزشی با شدت متوسط و به طور منظم موجب تعدیل وضعیت استرس اکسیداتیو و بهبود وضعیت پاتولوژیک مرتبط با چاقی می‌شود، همخوانی دارد. در مقابل، نتایج تحقیقی کاهش اندکی (غیر معنی‌دار) در سطوح سرمی مالون‌دی‌آلدئید پس از ۸ هفته ورزش هوازی با شدت ۵۰-۷۰٪ ضربان قلب بیشینه، هر جلسه ۴۵-۶۰ دقیقه، ۳ جلسه در هفته، به مدت ۸ هفته در زنان سالمند گزارش نموده است (۳۳). رادونویچ^۱ و همکاران (۳۴) نیز نشان داده‌اند که ۴ هفته آموزش‌های قبل از مسابقات (۲۲ ساعت تمرین در هفته)، هیچ تأثیری بر عوامل اکسیداتیو مانند مالون‌دی‌آلدئید و نیتریک اکساید در مردان چاق (میانگین سنی: ۲۰±۱/۳ سال و تجربی ورزشی ۱۱±۴/۴ سال) ندارد. مالون‌دی‌آلدئید یک نشانگر مهم است که ممکن است نشان‌دهنده التهاب سیستمیک مزمن باشد و اغلب در پاتوژنز بیماری‌های قلبی-عروقی دخالت دارد؛ این در حالی است که گزارش شده تمرینات هوازی با شدت متوسط، موجب بهبودی التهاب سیستمیک مزمن می‌شوند (۵). تمرین هوازی می‌تواند استرس اکسیداتیو را به واسطه افزایش مکانیسم‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی که شامل آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکساید دیسمیوتاز^۲، کاتالاز^۳ و گلوکاتایون پراکسیداز^۴ است، کاهش دهد (۳۵). آنتی‌اکسیدان‌ها با سازوکارهای مختلفی مانند برداشت اکسیژن یا کاهش غلظت موضعی اکسیژن و برداشت گونه‌های فعال اکسیژن مانند سوپراکساید^۵ و هیدروژن پراکساید^۶ می‌توانند باعث کاهش سطح مالون‌دی‌آلدئید و در نتیجه، کاهش استرس اکسیداتیو شوند (۳۶). بنابراین می‌توان گفت تمرین ایروبیکی موزون با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت ۲ ماه و سه جلسه ۶۰ دقیقه‌ای در هفته، موجب کاهش و یا تعدیل شاخص‌های استرس اکسیداتیو مانند مالون‌دی‌آلدئید در افراد چاق می‌شود.

معنی‌دار کاهش یافت. با این حال، سه متغیر اشاره شده بین دو گروه مداخله تفاوت معنی‌داری ($p > 0.05$) نداشتند. از طرف دیگر، شاخص‌های دورکمر به ترتیب ۴٪ و ۱٪، تری‌گلیسیرید ۱۱٪ و ۴٪ و مالون‌دی‌آلدئید ۲۵٪ و ۹٪ در دو گروه ایروبیکی موزون به همراه مکمل و گروه ایروبیکی موزون به طور معنی‌دار کاهش یافتند؛ و این تغییرات به گونه‌ای رخ داد که درصد کاهش در گروه تمرین ایروبیکی موزون با مکمل چای سبز به طور معنی‌دار بیشتر ($p < 0.01$) از گروه تمرین ایروبیکی موزون بود. نتایج حاصل از مجذور اتا یا اندازه اثر متغیر مستقل نیز در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج بیش از ۵۰ درصد حاکی از اثر معنی‌دار بودن متغیرهای مستقل (تمرین ایروبیکی موزون، مکمل چای سبز) بر متغیرهای مورد مطالعه می‌باشد.

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین ایروبیکی موزون همراه با مصرف مکمل چای سبز و به تنهایی، منجر به کاهش معنی‌دار وزن بدن، شاخص توده بدنی، دورکمر، سطوح سرمی گلوکز، تری‌گلیسیرید و مالون‌دی‌آلدئید می‌شود. از طرف دیگر، بین تأثیر دو مداخله صورت گرفته (تمرین با مکمل و تمرین تنها) بر تغییرات وزن بدن، شاخص توده بدنی و سطح سرمی گلوکز تفاوتی معنی‌داری مشاهده نشد؛ اما تمرین همراه با مکمل، اثر کاهشی بیشتری بر دور کمر، سطوح سرمی تری-گلیسیرید، و مالون‌دی‌آلدئید داشت.

کاهش معنی‌دار مالون‌دی‌آلدئید سرمی در زنان چاق حاکی از اثرات مثبت تمرین ایروبیکی موزون بر بهبود وضعیت استرس اکسیداتیو می‌باشد. در همین راستا، گزارش شده است که یک دوره تمرین هوازی در ۳ روز غیر متوالی و به مدت ۱۵۰ دقیقه در هفته، به مدت ۱۲ هفته، منجر به کاهش قابل توجهی در میزان مالون‌دی‌آلدئید بیماران دیابتی نوع ۲ می‌شود؛ تغییرات مثبتی که با کاهش شاخص توده بدن، دور کمر، فشار خون

4. Glutathione peroxidase

5. Superoxide

6. Hydrogen peroxide

1. Radovanovic

2. Superoxide dismutase

3. Catalase

نوشیدنی های حاوی پلی فنول ها به ویژه اپی کاتچین، اپی- کاتچین گالات و اپی گالوکاتچین می باشد (۴۲). اگرچه در مطالعه حاضر، مقادیر پلی فنول اندازه گیری نشد، با این حال، افزایش پلی فنول ها به ویژه کاتچین پس از مصرف مکمل چای سبز در مطالعات قبلی گزارش شده است (۱۵). افزایش کاتچین چای سبز از طریق مکانیسم های مستقیم از قبیل پاک سازی گونه های اکسیژن واکنشی (مانند سوپراکساید و پراکسیل) و گونه های نیتروژن واکنشی (مانند نیتریک اکساید و پراکسی- نیتريت)، و همچنین از طریق مکانیسم های غیرمستقیم مانند افزایش آنتی اکسیدان های آنزیمی مانند سوپراکسیددیسمیوتاز، کاتالاز و گلوکاتیون پراکسیداز؛ منجر به گسترش اثرات ضد اکسیداتیوی می شود (۵). تحقیقات نشان داده اند که کاتچین چای سبز، باعث افزایش سطح آزاد سازی نوراپی نفرین در خون می شود. نوراپی نفرین باعث افزایش آزاد شدن اسیدهای چرب آزاد از آدیپوسیت ها و تجزیه تری گلیسیریدها می شود. تحریک سیستم اعصاب سمپاتیکی، متابولیسم پایه بدن حتی در حالت استراحت را بالا می برد و باعث تجزیه چربی ها می گردد؛ روندی که از تجمع چربی ممانعت به عمل می آورد (۴۳). بنابراین، به نظر می رسد که مصرف مکمل چای سبز به طور مستقیم و غیر مستقیم منجر به بهبود ظرفیت استرس اکسیداتیو و در نتیجه، کاهش سطوح سرمی مالون دی آلدئید در زنان چاق می شود. در حین انجام فعالیت های ورزشی میزان ترشح اپی- نفرین افزایش می یابد. افزایش این هورمون بر متابولیسم کربوهیدرات ها از طریق آدنوزین مونوفسفات حلقوی اثر می- گذارد. افزایش میزان ترشح اپی نفرین در حین فعالیت های ورزشی باعث افزایش میزان ترشح اسیدهای چرب آزاد از بافت ذخیره چربی در بدن می شود. این عمل از طریق فعال کردن لیپازها به کمک آدنوزین مونوفسفات حلقوی صورت می گیرد (۴۴). به این ترتیب با اثرات مشترکی که کاتچین چای سبز و تمرینات ورزشی بر ترشح اپی نفرین و نوراپی نفرین می گذارند، میزان متابولیسم پایه بدن بالا رفته و تجزیه چربی ها و کربوهیدرات ها افزایش می یابد.

یافته مهم دیگر تحقیق حاضر این بود که مصرف مکمل چای سبز به همراه تمرین ایروبیک موزون، منجر به کاهش بیشتری (۲۵٪ در برابر ۹٪) در سطح سرمی مالون دی آلدئید زنان چاق، در مقایسه با تمرین به تنهایی شد. در همین راستا، نشان داده شده ۸ هفته، هفته ای ۳ جلسه تمرین هوازی تناوبی به همراه مصرف چای سبز، باعث کاهش مالون دی آلدئید و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام در دختران جوان غیر فعال می شود (۲۵). همچنین مصرف ۴ هفته چای سبز (۹۸۰ میلی گرم پلی فنول در روز) در دوندگان مرد دوی سرعت که در دو آزمون دوی سرعت متناوب شرکت نمودند نشان داد که مصرف مکمل چای سبز مانع از استرس اکسیداتیو ناشی از تمرین با شدت بالا می شود (۳۷). در ارتباط با آثار مفید مصرف مکمل چای سبز بر وضعیت استرس اکسیداتیو، گزارش شده که مصرف ۱۴ روز مکمل چای سبز به میزان ۵۰۰ میلی گرم در روز، منجر به جلوگیری از استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت ورزشی حاد در مردان چاق می شود (۳۸). همچنین گزارش نموده اند مصرف یک جلسه چای سبز (به میزان ۶۴۰ میلی گرم) بر شاخص فشار اکسایشی ۱۶ بازیکن فوتبال جوان در فصل آمادگی عمومی (تمرینات استقامت عضلانی زیر بیشینه با شدت ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه)، سبب افزایش مالون دی آلدئید می شود؛ ولی تغییر معنی- داری در ظرفیت آنتی اکسیدانی تام ایجاد نمی کند (۳۹). در مقابل، مطالعات مختلفی نیز وجود دارند که گزارش کرده اند مصرف مکمل چای سبز به همراه تمرینات هوازی، اثری بر سطح سرمی مالون دی آلدئید ندارد؛ بلکه در مواردی باعث افزایش پراکسیداسیون لیپیدی می شود (۲۴، ۴۰، ۴۱). این ناهمسوایی در نتایج، ممکن است به دلیل پروتکل های تمرینی مختلف، دوزهای متفاوت مصرفی مکمل چای سبز، زمان بندی نمونه گیری و وضعیت فیزیولوژیکی و پاتولوژیک مختلف شرکت کنندگان باشد. نتایج مطالعه حاضر و برخی مطالعات قبلی در این زمینه از اثرات مثبت مصرف مکمل چای سبز به همراه تمرین بر بهبود وضعیت استرس اکسیداتیو چربی در زنان چاق حمایت می کند. چای سبز به عنوان یکی از مهم ترین

2. Peroxynitrite

1. Nitric oxide

علاوه بر این‌ها، تحقیق حاضر نشان داد که تمرین ایروبیکی موزون به همراه مصرف مکمل چای سبز و تمرین ایروبیکی موزون به تنهایی، اثرات معنی‌داری بر کاهش تری‌گلیسرید (به ترتیب ۱۱٪ و ۴٪)، وزن بدن (به ترتیب ۳٪ و ۲٪)، دور کمر (به ترتیب ۴٪ و ۱٪)، و شاخص توده بدنی (به ترتیب ۳٪ و ۲٪) در زنان چاق داشت. ولی اثرات تمرین ایروبیکی موزون به همراه مصرف مکمل چای سبز بر بهبود برخی از این متغیرها مانند دور کمر و میزان تری‌گلیسرید خون به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. یافته‌های این تحقیق با نتایج مطالعات قبلی در این زمینه، مورد حمایت قرار می‌گیرد که گزارش نموده اند ۸ هفته تمرین هوازی به همراه مصرف مکمل چای سبز علی‌رغم نداشتن تأثیر معنی‌دار بر نیمرخ لیپیدی، منجر به بهبود درصد چربی و وزن بدن زنان چاق و دارای اضافه وزن می‌شود (۲۱). در مقابل، گزارش گردیده است که ۸ هفته تمرین هوازی، مصرف مکمل چای سبز و ترکیب این دو، آثار یکسانی بر بهبود نیمرخ لیپیدی و ترکیب بدنی و کاهش عوامل خطرزای قلبی - عروقی دارد (۴۵). همچنین مصرف طولانی مدت چای سبز می‌تواند در برابر چاقی مفرط و و دیابت نوع ۲ سودمند باشد (۴۶). این تفاوت‌ها در نتایج مطالعات، ممکن است به دلیل نوع تمرینات ورزشی (برنامه مقاومتی در برابر در مقابل تمرین هوازی)، مدت زمان، شدت فعالیت‌ها (بیشینه و زیر بیشینه)، سطح آمادگی آزمودنی - ها (ورزشکار در مقابل غیرورزشکار یا فرد سالم در برابر بیمار)، جنس، سن، میزان و نحوه مصرف مکمل (چای دم کرده در مقابل کپسول چای سبز) باشد. اثرات مفید تمرین ایروبیکی موزون بر بهبود تری‌گلیسرید در مطالعه حاضر می‌تواند در نتیجه افزایش و بهبود فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز به‌واسطه افزایش نوراپی نفرین باشد (۴۷). کاتچین‌های چای سبز می‌توانند از فعالیت متیل ترانسفرازها^۱ جلوگیری نمایند. عملکرد این آنزیم‌ها متیل‌دار کردن پیش ماده خود است. این واکنش‌های شیمیایی آنزیمی در بسیاری از مسیرهای زیست‌حیاتی دیده می‌شود و در بروز بیماری‌هایی از قبیل سرطان‌ها و بیماری‌های

متابولیکی از قبیل چاقی، فشار خون بالا، مقاومت به انسولین و سطوح غیر نرمال کلسترول نقش دارند. کاتچین‌های چای سبز با ممانعت از عملکرد این آنزیم‌ها، روند پیشرفت برخی از بیماری‌های متابولیکی بویژه چاقی را مختل می‌کند (۵). در همین رابطه، گزارش شده است که مصرف روزانه ۶۹۰ میلی‌گرم کاتچین منجر به کاهش قابل توجه وزن بدن، شاخص توده بدن و دور کمر می‌شود. بنابراین، کاتچین‌های موجود در چای سبز به‌واسطه افزایش فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیک که بطور مداوم در تنظیم سوخت و ساز پایه بدن فعال است، باعث تحریک لیپولیز در بافت چربی و کاهش توده چربی به‌ویژه چربی احشایی در زنان چاق می‌شود (۴۸).

در مطالعه حاضر تمرین ایروبیکی موزون به همراه مکمل دهی چای سبز و تمرین ایروبیکی موزون، منجر به کاهش سطوح سرمی گلوکز در زنان چاق به ترتیب ۷٪ و ۵٪ شد. هم‌راستا با این مطالعه، هیل و همکاران (۲۰) نشان داده اند که مصرف روزانه ۳۰۰ میلی‌گرم اپی‌گالوکاتچین‌گالات، پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط، باعث کاهش معنی‌دار در گلوکز پلازما می‌شود. این نکته ممکن است به همزمانی کاهش وزن و افزایش بیان پروتئین انتقال‌دهنده گلوکز به عضله اسکلتی نسبت داده شود (۴۹). اعتقاد بر آن است که برخی عوامل از جمله فعالیت آندوزین مونوفسفات‌کیناز، محتوای گلیکوژن عضله، افزایش آزادسازی گلوکز خون به عضله، به علت افزایش مویرگ‌های عضله و تغییر در ترکیب عضله در حین افزایش برداشت گلوکز، نقش مهمی در تنظیم سازوکار تأثیر تمرینات هوازی بر کاهش سطوح سرمی گلوکز دارند (۵۰). کاتچین چای سبز همچنین ممکن است بر بهبود متابولیسم گلوکز خون از طریق افزایش ترشح نوراپی - نفرین تأثیر مفید داشته باشد (۵۱). مصرف چای سبز به‌واسطه کاتچین‌ها باعث کاهش غلظت گردش گلوکز پس از مصرف وعده‌های غذایی، بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی و بهبود وضعیت التهابی می‌شود (۵۲). علاوه بر این، در تحقیق حاضر نشان داده شد که تمرین ایروبیکی موزون با شدت متوسط به همراه

^۱.Methyltransferases

^۲. Monophosphate kinase

مهمی در تنظیم وزن بدن زنان چاق داشته باشد. علی‌رغم محدودیت‌های تحقیق حاضر از جمله عدم اندازه‌گیری سایر متغیرهای مرتبط با استرس اکسیداتیو و همچنین عدم اندازه‌گیری مارکرهای التهابی، می‌توان در تحقیق‌های آینده اثر ترکیبی سایر مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی با انواع تمرینات هوازی، مولفه‌های مختلف تمرین (شدت، مدت زمان تمرین و ...) و دوزهای مختلف چای سبز بر متغیرهای دیگر استرس اکسیداتیو و مارکرهای التهابی مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

در انتها از تمامی افراد شرکت کننده در مطالعه و همچنین آقای دکتر حسین رضایی و پرسنل آزمایشگاه ابن سینا شهرستان کنگان که ما را در این پژوهش یاری کردند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

مصرف چای سبز، اثری بر فشار خون سیستول، دیاستول و فشار خون متوسط زنان چاق ندارد که ممکن است به علت وضعیت طبیعی فشار خون در این افراد باشد. هر چند در تحقیق گزارش شده که مصرف چای سبز به همراه تمرینات هوازی در دختران چاق با فشار خون بالا، می‌تواند باعث کاهش ضربان قلب و فشار خون شود (۵۳).

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از برنامه‌های ترکیبی مانند تمرینات ایروبیکی موزون و مصرف مکمل چای سبز نسبت به تمرین ایروبیکی موزون به تنهایی بیشترین تأثیر را بر کاهش سطح مالون‌دی‌آلدئید نسبت به متغیرهای دیگر دارد، تغییراتی که می‌تواند تغییرات نامطلوب پراکسیداسیون لیپیدی را کاهش دهد. همچنین این برنامه ترکیبی اثر کاهشی بیشتری بر دور کمر و سطوح سرمی تری‌گلیسرید داشت که می‌تواند نقش

References

1. Hamjane N, Benyahya F, Mechita MB, Nourouti NG, Barakat A. The complications of overweight and obesity according to obesity indicators (body mass index and waist circumference values) in a population of Tangier (Northern Morocco): a cross-sectional study. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2019;13(4):2619-24.
2. Mehrzad R. Definition and introduction to epidemiology of obesity. *Obesity: Elsevier*; 2020. p. 1-6.
3. Breban S, Chappard C, Jaffre C, Benhamou C-L. Hypoleptinaemia in extreme body mass models: the case of international rugby players. *Journal of science and medicine in sport*. 2010;13(5):479-84.
4. Van Dijk G, Van Heijningen S, Reijne AC, Nyakas C, van der Zee EA, Eisel UL. Integrative neurobiology of metabolic diseases, neuroinflammation, and neurodegeneration. *Frontiers in neuroscience*. 2015;9:173.
5. Xing L, Zhang H, Qi R, Tsao R, Mine Y. Recent advances in the understanding of the health benefits and molecular mechanisms associated with green tea polyphenols. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2019;67(4):1029-43.
6. Nielsen F, Mikkelsen BB, Nielsen JB, Andersen HR, Grandjean P. Plasma malondialdehyde as biomarker for oxidative stress: reference interval and effects of life-style factors. *Clinical chemistry*. 1997;43(7):1209-14.
7. Robertson RP. Chronic oxidative stress as a central mechanism for glucose toxicity in pancreatic islet beta cells in diabetes. *Journal of Biological Chemistry*. 2004;279(41):42351-4.
8. Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, Iwaki M, Yamada Y, Nakajima Y, et al. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *The Journal of clinical investigation*. 2017;114(12):1752-61.
9. Sankhla M, Sharma TK, Mathur K, Rathor JS, Butolia V, Gadhok AK, et al. Relationship of oxidative stress with obesity and its role in obesity induced metabolic syndrome. *Clinical laboratory*. 2012;58(5-6):385-92.
10. Powers SK, Deminice R, Ozdemir M, Yoshihara T, Bomkamp MP, Hyatt H. Exercise-induced oxidative stress: Friend or foe? *Journal of sport and health science*. 2020.
11. Radak Z, Taylor AW. Exercise and hormesis. *The Science of Hormesis in Health and Longevity: Elsevier*; 2019. p. 63-73.
12. Kianbakht S. A review on medicinal plants used in treatment of obesity and overweight. *Journal of medicinal plants*. 2010;9(36):1-217.
13. Nieman DC, Lila MA, Gillitt ND. Immunometabolism: a multi-omics approach to interpreting the influence of exercise and diet on the immune system. *Annual review of food science and technology*. 2019;10:341-63.
14. Zhao B. Antioxidant effects of green tea polyphenols. *Chinese science bulletin*. 2003;48(4):315-9.
15. Benzie IF, Szeto Y. Total antioxidant capacity of teas by the ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal of agricultural and food chemistry*. 1999;47(2):633-6.

16. Kawase M, Wang R, Shiomi T, SAIJO R, Yagi K. Antioxidative activity of (-)-epigallocatechin-3-(3'-O-methyl) gallate isolated from fresh tea leaf and preliminary results on its biological activity. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*. 2000;64(10):2218-20.
17. Farzaei MH, Bahramsoltani R, Abbasabadi Z, Braidy N, Nabavi SM. Role of green tea catechins in prevention of age-related cognitive decline: pharmacological targets and clinical perspective. *Journal of cellular physiology*. 2019;234(3):2447-59.
18. Erba D, Riso P, Bordoni A, Foti P, Biagi PL, Testolin G. Effectiveness of moderate green tea consumption on antioxidative status and plasma lipid profile in humans. *The Journal of nutritional biochemistry*. 2005;16(3):144-9.
19. Cardoso GA, Salgado JM, Cesar MdC, Donado-Pestana CM. The effects of green tea consumption and resistance training on body composition and resting metabolic rate in overweight or obese women. *Journal of medicinal food*. 2013;16(2):120-7.
20. Hill AM, Coates AM, Buckley JD, Ross R, Thielecke F, Howe PR. Can EGCG reduce abdominal fat in obese subjects? *Journal of the American College of Nutrition*. 2007;26(4):396S-402S.
21. Amozadeh H, Shabani R, Nazari M. The effect of aerobic training and green tea supplementation on cardio metabolic risk factors in overweight and obese females: a randomized trial. *International journal of endocrinology and metabolism*. 2018;16(4), e60738.
22. Sabzevari Rad R, Fasihi-Ramandi E, Khaksar Boldaji D. The Effect of 8-Weeks of Aerobic Training and Green Tea Supplementation on Aerobic Capacity, Body Mass Index and Fat Percentage in Obese and Overweight Officers Students. *Journal Mil Med*. 2020;22(4):131-40.
23. Jówko E, Sacharuk J, Balasińska B, Ostaszewski P, Charmas M, Charmas R. Green tea extract supplementation gives protection against exercise-induced oxidative damage in healthy men. *Nutrition research*. 2011;31(11):813-21.
24. Morillas-Ruiz J, García JV, López F, Vidal-Guevara M, Zafrilla P. Effects of polyphenolic antioxidants on exercise-induced oxidative stress. *Clinical Nutrition*. 2006;25(3):444-53.
25. Shahidi F, Shakeri C, Delfani Z. The effect of eight weeks interval aerobic exercise and consumption of green tea supplementation on oxidative stress indices of inactive young girls. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2019;25(11):72-84.
26. Afzalpour ME, Ghasemi E, Zarban A. Effects of an intensive resistant training sessions and green tea supplementation on malondialdehyde and total thiol in non-athlete women. 2014;16(3),59-63
27. Hafeznia M. An introduction to the research methodology in humanities: Gora Publishers; 1996.
28. Yi DY, Kim SC, Lee JH, Lee EH, Kim JY, Kim YJ, et al. Clinical practice guideline for the diagnosis and treatment of pediatric obesity: recommendations from the Committee on Pediatric Obesity of the Korean Society of Pediatric Gastroenterology Hepatology and Nutrition. *Pediatric gastroenterology, hepatology & nutrition*. 2019;22(1):1.
29. Zolfaghari F, Amir Hossein H, Mohammadreza H. The effect of two different doses of green tea on substrate metabolism and energy expenditure before, during and after one session of aerobic exercise in overweight and obese women. *medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2018;61(3):985-96.
30. Baumgartner TA, Jackson AS. Measurement for evaluation in physical education and exercise science: WCB/McGraw-Hill; 1998.
31. Boutouyrie P, Bussy C, Lacolley P, Girerd X, Laloux B, Laurent S. Association between local pulse pressure, mean blood pressure, and large-artery remodeling. *Circulation*. 1999;100(13):1387-93.
32. Dede ND, Ipekci S, Kebapçilar L, Arslan M, Kurban S, Yildiz M, et al., editors. Effect of aerobic exercise training on serum malondialdehyde level and quality of life in type 2 diabetes. 20th European congress of endocrinology; 2018: BioScientifica.
33. Ghahremani Moghadam M, Hejazi K. Effects of Eight Weeks of Aerobic Exercise on Markers of Oxidative Stress in Elderly Women. *Medical Laboratory Journal*. 2018;12(3):17-23. eng.
34. Radovanović D, Stankovic N, Ponorac N, Nurkic M, Bratic M. Oxidative stress in young judokas: Effects of four week pre-competition training period. *Archives of Budo*. 2012.
35. Gondim OS, de Camargo VTN, Gutierrez FA, de Oliveira Martins PF, Passos MEP, Momesso CM, et al. Benefits of regular exercise on inflammatory and cardiovascular risk markers in normal weight, overweight and obese adults. *PloS one*. 2015;10(10):e0140596.
36. Goto C, Higashi Y, Kimura M, Noma K, Hara K, Nakagawa K, et al. Effect of different intensities of exercise on endothelium-dependent vasodilation in humans: role of endothelium-dependent nitric oxide and oxidative stress. *Circulation*. 2003;108(5):530-5.
37. Jówko E, Długołęcka B, Makaruk B, Cieśliński I. The effect of green tea extract supplementation on exercise-induced oxidative stress parameters in male sprinters. *European journal of nutrition*. 2015;54(5):783-91.
38. Rahimi R, Falahi Z. Effect of green tea extract on exercise-induced oxidative stress in obese men: a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2017;8(2), e55438.

39. Jówko E, Sacharuk J, Balasinska B, Wilczak J, Charmas M, Ostaszewski P, et al. Effect of a single dose of green tea polyphenols on the blood markers of exercise-induced oxidative stress in soccer players. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2012;22(6):486-96.
40. Khosravi S, Tadibi V, Sheikholeslami Vatan D. The acute effect of green tea supplementation on oxidative and antioxidant indices after resistance exercise at moderate and high intensities in trained wrestlers men. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2019;7(14):141-152.
41. Henning SM, Niu Y, Lee NH, Thames GD, Minutti RR, Wang H, et al. Bioavailability and antioxidant activity of tea flavanols after consumption of green tea, black tea, or a green tea extract supplement. *The American journal of clinical nutrition*. 2004;80(6):1558-64.
42. Wang Y, Ho C-T. Polyphenolic chemistry of tea and coffee: a century of progress. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2009;57(18):8109-14.
43. Shixian Q, VanCrey B, Shi J, Kakuda Y, Jiang Y. Green tea extract thermogenesis-induced weight loss by epigallocatechin gallate inhibition of catechol-O-methyltransferase. *Journal of medicinal food*. 2006;9(4):451-8.
44. Guyton AC, Hall JE. *Textbook of medical physiology (Guyton physiology)*. Saunders. 2000.
45. Fathei M, Khairabadi S, Ramezani F, Hejazi K. Effect of eight weeks of aerobic training and green tea supplementation on cardiovascular risk factors in inactive overweight women. *The Horizon of Medical Sciences*. 2016;22(4):283-9.
46. Vakili J, Hosseinpour L. The effect of 8 weeks exercise training along with green tea consumption on the cardiovascular risk factors in obese women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2015;3(5), 78-88.
47. Lambers S, Van Laethem C, Van Acker K, Calders P. Influence of combined exercise training on indices of obesity, diabetes and cardiovascular risk in type 2 diabetes patients. *Clinical Rehabilitation*. 2008;22(6):483-92.
48. Nagao T, Komine Y, Soga S, Meguro S, Hase T, Tanaka Y, et al. Ingestion of a tea rich in catechins leads to a reduction in body fat and malondialdehyde-modified LDL in men. *The American journal of clinical nutrition*. 2005;81(1):122-9.
49. Tanaka Y, Tran POT, Harmon J, Robertson RP. A role for glutathione peroxidase in protecting pancreatic β cells against oxidative stress in a model of glucose toxicity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2002;99(19):12363-8.
50. Gregory JM, Muldowney JA, Engelhardt BG, Tyree R, Marks-Shulman P, Silver HJ, et al. Aerobic exercise training improves hepatic and muscle insulin sensitivity, but reduces splanchnic glucose uptake in obese humans with type 2 diabetes. *Nutrition & diabetes*. 2019;9(1):1-12.
51. Xu R, Bai Y, Yang K, Chen G. Effects of green tea consumption on glycemic control: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition & Metabolism*. 2020;17(1):1-13.
52. Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JF, Dela F. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes*. 2004;53(2):294-305.
53. Mohammadi Sijavandi F, Bagherpour T, Nemati N. The effects of aerobic training and green tea supplementation on heart rate and blood pressure among overweight females. *Journal of Animal Biology*. 2016;8(4), 89-99.

Original Article

The effect of green tea supplement on some metabolic indicators and body composition after eight weeks of moderate intensity rhythmic aerobic exercise in obese women

Received: 21/02/2021 - Accepted: 11/08/2021

Mahnaz Marvi-Esfahani¹
Sima Alizadeh[†]

¹Sport Medicine Research Center,
Najafabad Branch, Islamic Azad
University, Najafabad, Iran.

Email: simaalizadeh52@gmail.com

Abstract

Introduction: Exercising with herbal supplements is recommended as an important way to control and prevent obesity. The aim of the study was to evaluate 8 weeks moderate intensity rhythmic aerobic exercise with green tea supplementation on some of metabolic and body composition indices of obese women.

Methods: In the semi-experimental study, 30 inactive obese women, purposefully, based on body mass index (BMI) were randomly divided into 3 groups of 10 people. They were rhythmic aerobic exercise with green tea supplement group (Experimental1, BMI:35.69±2.28 kg/m²), rhythmic aerobic exercise group (Experimental2, BMI:36.18±2.25 kg/m²) and control group (BMI:34.65±3.02 kg/m²). The rhythmic aerobic exercise protocol was performed 8 weeks and 3 sessions per week for both experimental groups. The supplement group received one capsule containing 500 mg of green tea daily. Metabolic and body composition indices were measured in pre-test and post-test stages. Paired t-tests, covariance analysis and bonferroni post hoc test were used for data analysis (p<0.05).

Results: Eight weeks of rhythmic aerobic exercise with and without green tea supplement led to significant decrease (p<0.05) in body weight and BMI (both of them respectively 3%,2%), waist circumference(respectively 4%,1%), serum glucose(respectively 7%,5%), triglyceride (respectively 11%,4%) and malondialdehyde (MDA) (respectively 25%,9%).

Conclusion: However, rhythmic aerobic exercise improved body composition and serum levels of triglycerides, glucose and MDA in obese women; rhythmic aerobic exercise with green tea supplement had a more significant effect on the waist circumference, serum levels of triglyceride and MDA.

Keywords: Rhythmic aerobic exercise, Green tea supplement, Metabolic indices, Body composition, Obesity.